

Requested Patent: JP9082690A

Title: PLASMA ETCHING METHOD ;

Abstracted Patent: JP9082690 ;

Publication Date: 1997-03-28 ;

Inventor(s):

NAWATA MAKOTO; YAKUSHIJI MAMORU; TSUKUNI KAZUYUKI; YAMAZAKI  
KAZUO ;

Applicant(s): HITACHI LTD ;

Application Number: JP19950241267 19950920 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H01L21/3065 ; C23F4/00 ; H01L21/304 ; H05H1/46 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain cleaned silicon and an oxide film ( $\text{SiO}_2$ ) as a ground film from varying in etching rate so as to improve wafers in uniformity. SOLUTION: Seasoning is carried out with plasma of  $\text{Cl}_2$  gas by the use of a silicon substrate after cleaning to reduce the influence of residues left inside a cleaned processing chamber after cleaning, and furthermore processing ( $\text{Cl}_2$  gas discharge) is carried out with  $\text{Cl}_2$  plasma by the use of a substrate which comprises an Si substrate and an oxide film formed on it to reduce the influence of residues left inside the processing chamber after seasoning.

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-82690

(43)公開日 平成9年(1997)3月28日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	B
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	E
H 0 1 L 21/304	3 4 1		H 0 1 L 21/304	3 4 1 D
H 0 5 H 1/46			H 0 5 H 1/46	B
			H 0 1 L 21/302	F
審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 5 頁)				

(21)出願番号 特願平7-241267

(22)出願日 平成7年(1995)9月20日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 縄田 誠

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内

(72)発明者 葉師寺 守

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸工場内

(72)発明者 津国 和之

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

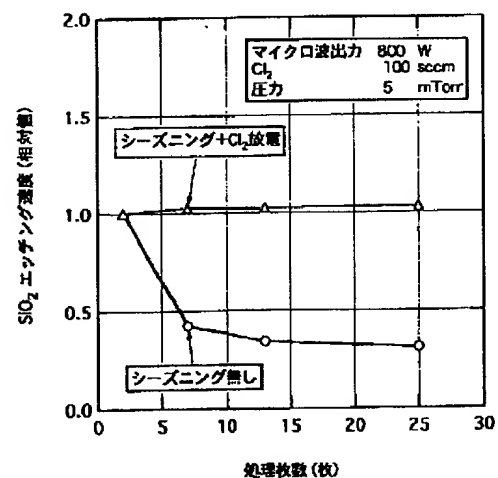
## (54)【発明の名称】 プラズマエッチング方法

## (57)【要約】

【目的】クリーニング後のシリコン及び下地膜である酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) のエッチング速度の変化を抑制しウエハ間の均一性を向上させる。

【構成】クリーニング後にシリコン基板を用いて  $\text{Cl}_2$  ガスプラズマでシーズニングを行い、クリーニング後の処理室内の残留物の影響を減少させ、さらに  $\text{Si}$  基板上に酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) を形成した基板を用いて  $\text{Cl}_2$  プラズマによる処理 ( $\text{Cl}_2$  放電) を行い、シーズニング後の処理室内の残留物の影響を減少させる。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】フッ素を含むガスプラズマによりクリーニングを行い、クリーニング後、塩素ガス ( $\text{Cl}_2$ ) の単独ガスあるいは塩素ガス ( $\text{Cl}_2$ ) と酸素ガス ( $\text{O}_2$ ) の混合ガスをエッチングガスとして用い、ガス圧力20m Torr以下でシリコン、多結晶シリコンまたはシリサイドのエッチングを行うエッチング装置において、クリーニング後にシリコン (Si) 基板を用いてエッチングガスのプラズマで馴染し放電を行い、さらにSi基板上に酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) を形成した基板を用いて  $\text{Cl}_2$  プラズマによる処理を行った後エッチングを開始することを特徴とするプラズマエッチング方法。

【請求項2】請求項1記載のプラズマエッチング方法において、前記フッ素を含むガスプラズマによるクリーニング、馴染し放電および  $\text{Cl}_2$  プラズマ処理を行った後エッチングを開始する前に前記被処理基板と同一のパターンを形成したシリコン基板および酸化膜基板を1枚ずつダミーエッチングするプラズマエッチング方法。

【請求項3】請求項2記載のダミーエッチングにおいて、前記シリコン基板の処理時間をエッチング処理を行う前記被処理基板のジャストエッチング時間とし、酸化膜基板の処理時間をエッチング処理を行う前記被処理基板のオーバーエッチング時間とするプラズマエッチング方法。

【請求項4】請求項1記載の前記フッ素を含むガスが六フッ化硫黄 ( $\text{SF}_6$ )、三フッ化窒素 ( $\text{NF}_3$ )、二フッ化キセノン ( $\text{XeF}_2$ )、フッ素 ( $\text{F}_2$ )、三フッ化塩素 ( $\text{ClF}_3$ ) の単独ガスあるいは混合ガスであるプラズマエッチング方法。

【請求項5】請求項1記載の前記馴染し放電において、SiFの発光スペクトルをモニターし、該発光スペクトルの強度の時間変化が一定値以下になった時点で、馴染し放電を終了しエッチングを開始するプラズマエッチング方法。

【請求項6】請求項1記載の前記馴染し放電において、Si表面に酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) を形成した基板或いは石英基板を用い、プロセスガスとして  $\text{Cl}_2$  と  $\text{SiCl}_4$  の混合ガスを使用するプラズマエッチング方法。

【請求項7】請求項1記載の前記  $\text{Cl}_2$  プラズマ処理において、Siの発光スペクトルをモニターし、該発光スペクトルの強度の時間変化が一定値以下になった時点で、 $\text{Cl}_2$  プラズマ処理を終了しエッチングを開始するプラズマエッチング方法。

【請求項8】請求項1記載の前記  $\text{Cl}_2$  プラズマ処理において、石英基板を用いるプラズマエッチング方法。

【請求項9】請求項1記載のプラズマエッチング方法において、エッチング開始時の放電管の温度あるいは処理室の温度を100℃以上とするプラズマエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はプラズマエッチング方法に係り、特に、シリコン、多結晶シリコンまたはシリサイドのエッチングに好適なプラズマエッチング方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、平塚豊著、「ドライプロセス装置のチャンバクリーニング」、洗浄設計1992. Summer, P41-53に記載のように、エッチング等のプラズマプロセスでは、ウエハの粒子汚染を防止するためにクリーニングを行い、クリーニング後の処理室内の残留物をなくするためにポストクリーニングを行っている。  $\text{SF}_6$ 、 $\text{NF}_3$  ガスをクリーニングに用いた場合には  $\text{N}_2$ 、Ar、 $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$  ガスプラズマがポストクリーニングに用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のエッチング方法では、クリーニング後の処理室内の残留物のエッチング特性に及ぼす影響について考慮されておらず、クリーニング後処理枚数とともにシリコン及び下地膜の酸化膜のエッチング速度が減少し、下地酸化膜の残膜が変動するという問題点があった。

【0004】本発明の目的は、クリーニング後のシリコン及び酸化膜のエッチング速度の減少を抑制し下地酸化膜の残膜の変動を防止し良好なウエハ間の均一性が得られるエッチング方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、クリーニング後にエッチングガスである  $\text{Cl}_2$  あるいは  $\text{Cl}_2$  と  $\text{O}_2$  の混合ガスプラズマによりダミーのシリコン基板を用いて馴染し放電 (シーズニング) を行い、次に、馴染し放電後にシリコン表面に酸化膜を形成したダミーのシリコン基板或いは石英基板を用いて  $\text{Cl}_2$  ガスプラズマ処理 ( $\text{Cl}_2$  放電) を行ない、その後所定のエッチング処理を行なうようにすることにより、達成される。

## 【0006】

【作用】まず、クリーニング後にエッチングガスである  $\text{Cl}_2$  あるいは  $\text{Cl}_2$  と  $\text{O}_2$  の混合ガスプラズマによって馴染し放電 (シーズニング) を行なうことにより、クリーニング後の処理室内の残留フッ素の影響を減少させることができ、次に馴染し放電後に  $\text{Cl}_2$  ガスプラズマによって  $\text{Cl}_2$  プラズマ処理を行なうことによって、馴染し放電後の処理室内のシリコンの反応生成物の影響を減少させることができ、クリーニング後のシリコン及び酸化膜のエッチング速度の減少を抑制し下地酸化膜の残膜の変動を防止して良好なウエハ間の均一性を得られる。

## 【0007】

【実施例】まず、図4に、 $\text{SF}_6$  ガスプラズマでクリーニングを行った後、 $\text{Cl}_2$  ガスプラズマでシリコンをエッチングした場合における SiF (波長441nm) の

発光スペクトルの処理枚数による変化を示す。シリコンとフッ素の反応によって生成するSiFの発光スペクトルの強度は処理枚数とともに減少しほぼ一定となる。このことからフッ素を含むガスによるクリーニング後、処理室内にはフッ素が残留していることが分かった。図5、図6に、C<sub>12</sub>ガスにSF<sub>6</sub>ガスを添加した場合のSiFの発光スペクトルとシリコン及び酸化膜のエッチング速度の変化を示す。図5、図6に示すようにSF<sub>6</sub>の添加量の増加とともにSiF(波長441nm)の発光スペクトルの強度は増加する。SF<sub>6</sub>の添加量の増加とともにシリコン及び酸化膜のエッチング速度は増加する。このことから残留フッ素によりシリコン及び酸化膜のエッチング速度は変動し、残留フッ素の減少とともにシリコン及び酸化膜のエッチング速度が低下することを見出した。

【0008】前述のC<sub>12</sub>ガスプラズマによるシリコンのエッチングは、クリーニング後の馴染み放電、すなわち、シーズニングに相当する。シーズニング後の処理室内にはシリコン系の反応生成物(SiあるいはSiCl<sub>x</sub>)が残留していることがSiの発光スペクトルからわかった。図7に、C<sub>12</sub>ガスにSiCl<sub>4</sub>ガスを添加した場合の酸化膜のエッチング速度の変化を示す。酸化膜のエッチング速度はSiCl<sub>4</sub>の添加量の増加とともに減少する。このシリコン系の反応生成物のためにシーズニング直後のシリコン酸化膜のエッチング速度が減少していることを見出した。

【0009】上述のこれらにより、フッ素を含むプラズマによるクリーニング後にシーズニングを行い、クリーニング後の処理室内に残留するフッ素の除去を行うことにより、シリコン及び酸化膜のエッチング速度の変動を抑制でき、さらにシーズニング後にC<sub>12</sub>ガスを用いたプラズマ処理、すなわち、C<sub>12</sub>放電を行い、シーズニング後の処理室内に残留するシリコンの反応生成物の除去を行うことにより、酸化膜のエッチング速度の変動を抑制できることを見出した。

【0010】以下、本発明の一実施例を図1ないし図3により説明する。図3は、本発明の方法を実施するためのプラズマ処理装置の一例であるマイクロ波プラズマエッチング装置の概略を示した図である。マグネトロン1から発振したマイクロ波は導波管2を伝播し石英製放電管3を介して処理室4に導かれる。磁界発生用直流電源5からソレノイドコイル6、7に供給される直流電流によって形成される磁界とマイクロ波電界によってエッチングガス供給装置8から供給されるクリーニングガス(SF<sub>6</sub>)、シーズニングガス(C<sub>12</sub>ガス)、C<sub>12</sub>放電ガス(C<sub>12</sub>)及びエッチングガス(C<sub>12</sub>ガス)は、それぞれのステップでプラズマ化される。

【0011】まず、SF<sub>6</sub>ガスプラズマにより処理室4のクリーニングが行われる。その後、シリコン基板を用いてC<sub>12</sub>ガスプラズマにより処理室4のシーズニング

が行われる。さらにシリコン表面に酸化膜を形成したシリコン基板或いは石英基板を用いてC<sub>12</sub>放電が行われる。クリーニング、シーズニング、C<sub>12</sub>放電の後、C<sub>12</sub>ガスにより載置電極9に載置されているウエハ10のエッチングが行われる。クリーニング、シーズニング、C<sub>12</sub>放電及びエッチング時の圧力は真空排気装置11によって制御される。また、ウエハに入射するイオンのエネルギーは載置電極9に高周波電源12から供給される高周波電力によって制御される。

【0012】図1、図2にシーズニングの無い場合とシーズニングとC<sub>12</sub>放電を行った場合のシリコン及び酸化膜のエッチング速度の変化の違いを示す。シーズニングはC<sub>12</sub>ガスプラズマにより行い、SiFの発光スペクトルを10秒毎にモニタし時間t(n)と時間t(n-1)に測定したスペクトルの発光強度比が1±0.002になった時点でシーズニングを停止した。クリーニング後にシーズニングを行うことによりクリーニング時に生成されるフッ素の残留の影響を抑制しエッチング速度の変動を防止できる。C<sub>12</sub>放電は高周波電力を印加せずC<sub>12</sub>ガスプラズマによりシリコンの反応生成物の除去を行う。Siの発光スペクトルを10秒毎にモニタし時間t(n)と時間t(n-1)に測定したスペクトルの発光強度比が1±0.002になった時点でC<sub>12</sub>放電を停止した。シーズニング後にC<sub>12</sub>放電を行うことによりシーズニング時に生成されるシリコンの反応生成物の残留の影響を抑制し下地酸化膜のエッチング速度の変動を防止できる。

【0013】本実施例によれば、クリーニング後の残留フッ素の影響を抑制しシリコン及び酸化膜のエッチング速度の変動を防止することができる。また、シーズニング後のシリコンの反応生成物の影響を抑制し下地酸化膜のエッチング速度の変動を防止することができる。

【0014】本実施例ではマイクロ波プラズマエッチング装置についてその効果を説明したが、他の放電方式例えばプラズマエッチング(PE)、ヘリコン、TCP(Transformer Coupled Plasma)においても同様な効果が得られる。

【0015】

【発明の効果】本発明によれば、クリーニング後の残留フッ素及びシーズニング後のシリコンの反応生成物の影響を抑制しシリコン及び酸化膜のエッチング速度の変動を防止することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるSiO<sub>2</sub>エッチング速度の処理枚数依存性を示す図である。

【図2】本発明の一実施例におけるSiエッチング速度の処理枚数依存性を示す図である。

【図3】本発明の方法を実施するための装置の一例を示すマイクロ波プラズマエッチング装置の構成を示す図である。

【図4】SiF発光強度の処理枚数依存性示す図である。

【図5】SiF発光強度のSF<sub>6</sub>添加量依存性を示す図である。

【図6】Si及びSiO<sub>2</sub>エッチング速度のSF<sub>6</sub>添加量依存性を示す図である。

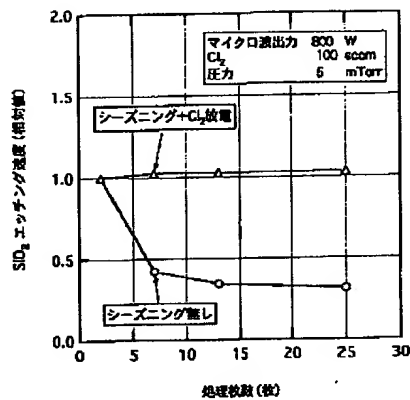
【図7】SiO<sub>2</sub>エッチング速度のSiCl<sub>4</sub>添加量依存性を示す図である。

【符号の説明】

3…石英製放電管、6、7…ソレノイドコイル、8…エッチングガス供給装置、10…ウエハ。

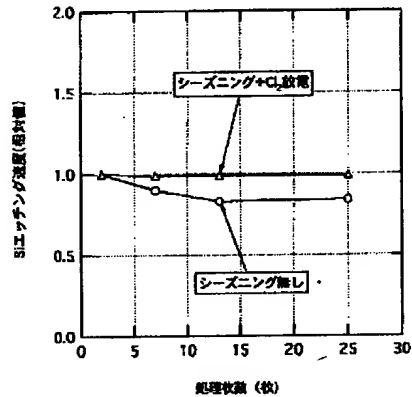
【図1】

図 1



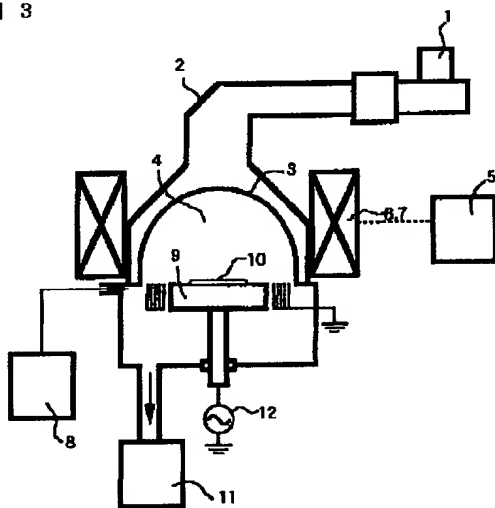
【図2】

図 2



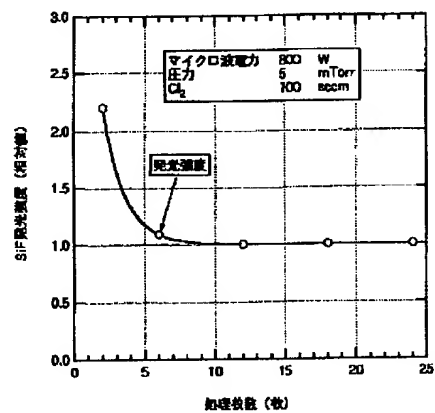
【図3】

図 3



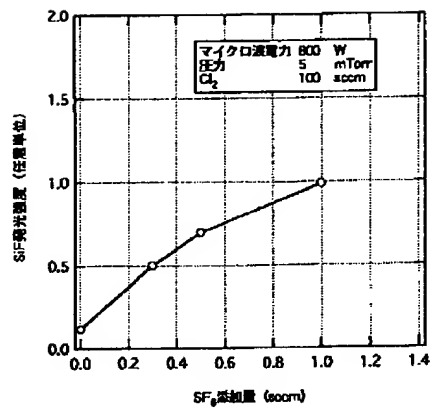
【図4】

図 4



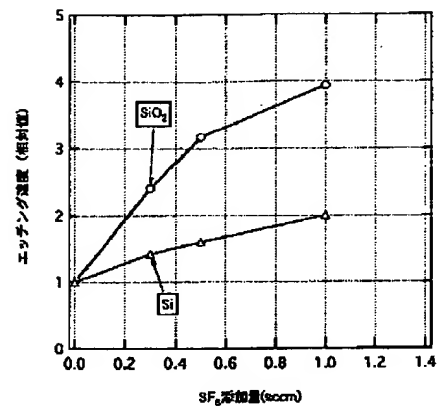
【図5】

図 5



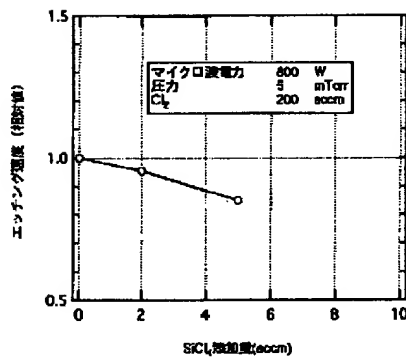
【図6】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 一男  
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体事業部内